ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA

VOL. XXI, 25 SECTIO H 1987

Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu AR w Lublinie

Józef OSTROWSKI

Zużycie paliw i energii elektrycznej na produkcję w przedsiębiorstwie rolniczym

Расход горючего и электрической энергии в производственном процессе сельскохозяйственного предприятия

The Expenditure of Fuels and Electrical Energy for the Production in an Agricultural Establishment

W ostatnich latach coraz częściej podejmowane są próby oceny energochłonności produkcji rolniczej przy zastosowaniu rachunku ciągnionego [1]. Rachunek ten obejmuje wszystkie etapy, w których wydatkowano energię celem otrzymania produktu końcowego, a więc zarówno energię zużytą bezpośrednio w procesie produkcji, jak również energię zawartą w trwałych i obrotowych środkach produkcji oraz w nakładach pracy żywej.

W badaniach obejmujących globalne nakłady energetyczne wyodrębnia się [2] cztery strumienie zużycia energii; są to:

— strumień zużytych nośników energii (En),
— strumień zużytych surowców i materiałów (Em),
— strumień energii w postaci zużytych budynków, budowli, maszyn, urządzeń i części zamiennych (Ei),
— strumień nakładów pracy żywej (Eż).

Zatem globalna energochłonność produkcji rolniczej (Es) jest sumą 4 podanych wyżej strumieni:

$$Es = En + Em + Ei + Eż$$

[1] R. Anuszewski i wsp.: *Energochłonność produkcji rolniczej.* Część I. *Metodyka badań energochłonności produkcji surowców żywnościowych.* IBMER, Warszawa 1979, s. 1—29.

[2] Zob. m. in.: R. Anuszewski: *Materiałochłonność i energochłonność produkcji rolniczej.* „Mechanizacja Rolnictwa” 1982, 1, s. 5; R. Michałek, J. Kosek: *Uwagi o metodach liczenia energochłonności produkcji rolniczej rachunkiem ciągnionym.* „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych” 1985, z. 280, s. 12.

Wielu autorów[3] podkreśla, że w dalszym wzroście produkcji rolnej szczególna rola przypada nośnikom energii (En). Duże znaczenie tego strumienia w naszym rolnictwie wynika stąd, że wysokiemu wzrostowi zapotrzebowania na produkty żywnościowe towarzyszy tendencja zmniejszania powierzchni użytkowanej rolniczo i liczby zatrudnionych. Następuje więc substytucja pracy żywej środkami technicznymi, których zastosowanie nierozłącznie związane jest ze wzrostem zapotrzebowania na nośniki energii. Szczególnie wzrasta zapotrzebowanie na ropę naftową i jej pochodne (olej napędowy, etylina). Przewiduje się, że w wyniku zmian w technologii produkcji nastąpi wzrost zapotrzebowania na mechaniczną siłę pociągową i w roku 2000 osiągnie poziom 50—60 ciągnikogodzin na 1 ha UR. Jest to wskaźnik 2,5-krotnie wyższy od obecnego[4]. Aktualnie, w strukturze zużycia energii dominującą rolę odgrywają paliwa płynne i stanowią one 50% całej energii dostarczanej rolnictwu[5]. W przyszłości — ze względu na wzrost technizacji rolnictwa — udział paliw płynnych wzrośnie do 60—65%[6]. Ponadto należy dodać, że wzrasta także zapotrzebowanie na pozostałe nośniki energii, jakimi są węgiel kamienny i energia elektryczna.

Trudności związane z zapewnieniem odpowiedniej ilości nośników energii, a także wysokie koszty ich pozyskania mogą stanowić w przyszłości barierę wzrostu produkcji rolniczej. Bliższe poznanie tych zagadnień zarówno w makro, jak i mikroskali jest więc niezbędne dla praktyki rolniczej i polityki gospodarczej państwa. Ten właśnie pogląd stanowił genezę podjęcia badań, których celem było określenie poziomu i struktury nakładów nośników energii ponoszonych na produkcję rolniczą w SHR Ulhówek.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono zgodnie z metodyką opracowaną przez Instytut Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie[7]. Materiał liczbowy zebrano w Stacji Hodowli Roślin w Ulhówku (woj. zamojskie) za okres 14 lat gospodarczych 1971/1972—1984/1985.

[3] Zob. m. in.: R. Anuszewski: *Materiałochłonność i energochłonność... op. cit.*, s. 5; Z. Wójcik: *Problemy energochłonności produkcji rolniczej.* „Roczniki Nauk Rolniczych", 1983, seria G, t. 83, z. 1, s. 44.

[4] Z. Wójcicki: *Potrzeby energetyczne rolnictwa.* „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej" 1984, 3, s. 9.

[5] Michałek, Kosek: *op. cit.*, s. 14.

[6] A. Skrobacki: *Gospodarka paliwowo-energetyczna w rolnictwie.* „Eksploatacja Maszyn" 1978, 11, s. 7.

[7] Anuszewski i wsp.: *op. cit.*, s. 1—29.

Powierzchnia użytków rolnych w okresie ostatnich 11 lat objętych badaniami nie uległa zmianie i wyniosła 5,9 tys. ha. Jedynie w pierwszych 3 latach była mniejsza o 1 tys. ha. W skład stacji wchodzi 8 gospodarstw rolnych.

Zużycie nośników energii (olej napędowy, etylina, węgiel, koks, drewno, energia elektryczna) ustalono na podstawie dokumentacji księgowej i przeliczono je na dżule (J). Zatrudnienie opracowano w przeliczeniu na 100 ha UR. Materiałem źródłowym do ustalenia produkcji w jednostkach naturalnych były roczne sprawozdania wynikowe i księgi obrotu inwentarzem żywym. Produkcję tę przeliczono na jednostki zbożowe, wykorzystując ogólnie przyjęte przeliczniki [8].

Przy opracowaniu wyników badań zastosowano metody statystyki opisowej i matematycznej. Z zebranego materiału opracowano zmienne: Y — produktywność ziemi w JZ/ha UR (zmienna zależna) oraz x_1 — nakłady energetyczne w GJ/ha UR, x_2 — zatrudnienie na 100 ha UR (zmienne niezależne). Każda z opracowanych zmiennych jest wielkością mierzalną i posiada charakter zmiennej ciągłej. Zgodnie z przyjętym zakresem badań każda z nich składa się z 14 obserwacji. Jest to zbiorowość stosunkowo mała, ale zważywszy fakt, że wyniki dotyczą tego samego obiektu i dość długiego okresu czasu (14 lat), wyrażamy przekonanie, że można posłużyć się metodami statystyki matematycznej, ograniczając interpretację wyników do badanego obszaru zmienności wybranych cech. Umożliwiło to ściślejsze scharakteryzowanie związków, jakie w SHR Ulhówek występowały między interesującymi nas nakładami energetycznymi i zatrudnieniem a uzyskiwaną produkcją rolniczą.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Na podstawie zebranych materiałów obliczono poziom i strukturę zużycia nośników energii w poszczególnych latach, a wyniki tych obliczeń zamieszczono w tabeli 1. Informacje zawarte w tej tabeli wskazują, że w pierwszych 8 latach badań zużycie nośników energii w przeliczeniu na 1 ha UR wzrosło z 11,15 do 22,99 gigadżula (GJ), a następnie uległo zmniejszeniu i w ostatnim roku badań osiągnęło poziom 18,29 GJ. Analogiczną tendencję obserwujemy w zużyciu paliw płynnych i energii elektrycznej. Jedynie zużycie energii w postaci paliw stałych kształtowało się nieco inaczej bo w całym okresie występowała tendencja do wzrostu.

W strukturze zużycia nośników energii największy udział miały pa-

[8] *Encyklopedia ekonomiczno-rolnicza.* PWRiL, Warszawa 1984, s. 280—282.

Tab. 1. Poziom i struktura zużycia nośników energii na 1 ha UR

The level and the structure of the consumption of the carriers of energy per one ha of arable lands

Lata gospodarcze	Paliwa płynne		Paliwa stałe		Energia elektryczna		Razem	
	GJ	%	GJ	%	GJ	%	GJ	%
1971/72	7,71	69,15	0,97	8,70	2,47	22,15	11,15	100,0
1972/73	8,49	61,93	1,06	7,73	4,16	30,34	13,71	100,0
1973/74	9,43	63,72	1,01	6,82	4,36	29,46	14,80	100,0
1974/75	9,51	63,32	1,46	9,72	4,05	26,96	15,02	100,0
1975/76	9,55	59,43	1,16	7,22	5,36	33,35	16,07	100,0
1976/77	11,39	63,38	1,11	6,18	5,47	30,44	17,97	100,0
1977/78	12,09	61,53	2,10	10,69	5,46	27,78	19,65	100,0
1978/79	13,49	58,68	2,68	11,65	6,82	29,67	22,99	100,0
1979/80	11,91	56,74	2,60	12,39	6,48	30,87	20,99	100,0
1980/81	11,98	58,73	2,53	12,40	5,89	28,87	20,40	100,0
1981/82	11,06	58,09	2,56	13,44	5,42	28,47	19,04	100,0
1982/83	10,34	56,85	2,66	14,62	5,19	28,53	18,19	100,0
1983/84	10,75	58,65	2,91	15,87	4,67	25,48	18,33	100,0
1984/85	11,04	60,36	2,87	15,69	4,38	23,95	18,29	100,0

Źródło: obliczenia własne na podstawie udokumentowanych zaszłości gospodarczych.

liwa płynne (średnio w całym okresie 60,8%), a następnie energia elektryczna (28,3%) i paliwa stałe (10,9%).

Poziom zużycia nośników energii w przedsiębiorstwie uzależniony był od wielu różnych czynników, między innymi od rozmiarów i struktury produkcji, zatrudnienia, stosownych technologii, warunków produkcji, itp. Przeprowadzone badania wykazały, że w SHR Ulhówek występował wyraźny związek między wielkością produkcji i jej strukturą (tab. 2) a poziomem zużycia nośników energii (tab. 1). W pierwszych 8 latach w miarę wzrostu produkcji globalnej wzrastało również zużycie nośników energii. W następnych latach obserwujemy spadek produkcji, a także i spadek zużycia energii w postaci paliw płynnych i energii elektrycznej.

Analizując dane zawarte w tabeli 2 możemy zauważyć, że wzrost poziomu produkcji oraz zmiany w jej strukturze spowodowane były głównie wzrostem lub spadkiem produkcji zwierzęcej. Produkcja roślinna w całym analizowanym okresie wykazała mniejsze wahania (tab. 2). Produkcja zwierzęca w pierwszym okresie (1971/1972—1978/1979) wzrosła z 26,5 do 66,0 JZ/ha UR, tj. ponad dwukrotnie. W tym samym czasie następuje również ponad dwukrotny wzrost zużycia energii (tab. 1). Po-

Tab. 2. Struktura produkcji globalnej w SHR Ulhówek
The structure of global production in SHR Ulhówek

Lata gospodarcze	Produkcja roślinna		Produkcja zwierzęca		Ogółem		Zatrudnienie na 100 ha UR
	JZ/ha UR	%	JZ/ha UR	%	JZ/ha UR	%	
1971/72	44,8	62,8	26,5	37,2	71,3	100,0	13,4
1972/73	43,4	59,9	29,1	40,1	72,5	100,0	13,9
1973/74	40,7	48,8	42,8	51,2	83,5	100,0	14,3
1974/75	37,8	49,7	38,2	50,3	76,0	100,0	13,8
1975/76	47,8	47,6	52,5	52,4	100,3	100,0	13,4
1976/77	57,7	52,2	52,9	47,8	110,6	100,0	13,7
1977/78	56,3	49,8	56,7	50,2	113,0	100,0	14,7
1978/79	53,0	44,5	66,0	55,5	119,0	100,0	14,4
1979/80	53,4	50,8	51,7	49,2	105,1	100,0	13,9
1980/81	38,5	48,7	40,6	51,3	79,1	100,0	14,3
1981/82	46,9	55,4	37,8	44,6	84,7	100,0	13,7
1982/83	44,8	57,9	32,6	42,1	77,4	100,0	14,3
1983/84	49,7	60,3	32,8	39,7	82,5	100,0	13,0
1984/85	46,1	57,7	33,7	42,3	79,8	100,0	12,7

Źródło: obliczenia własne na podstawie udokumentowanych zaszłości gospodarczych.

cząwszy od roku gospodarczego 1979/1980 obserwujemy spadek produkcji zwierzęcej, a także zmniejszenie zużycia nośników energii. Na tej podstawie możemy wnioskować, że w przedsiębiorstwie rolniczym w miarę wzrostu produkcji zwierzęcej w strukturze produkcji globalnej następuje zwiększenie zapotrzebowania na nośniki energii. Jest to wynikiem zwiększonego przetwarzania produktów roślinnych na produkty zwierzęce, co w konsekwencji wpływa na wzrost zużycia energii [9].

Zagadnienie to nie jest dotychczas dostatecznie dobrze poznane, głównie z tego względu, iż „ustalenie ścisłej granicy podziału jest dość trudne" [10]. Stąd też powszechnie przyjmowany jest pogląd, że artykuły produkcji zwierzęcej są o wiele bardziej energochłonne od produkcji roślinnej [11]. Bliższe poznanie tych różnic mogłoby dostarczyć bardzo interesujących informacji. Należy więc podkreślić, że prowadzenie dalszych badań w tym kierunku jest w pełni uzasadnione.

Z punktu widzenia jednak globalnych nakładów energetycznych, które są przedmiotem niniejszego opracowania, podział ten ma znaczenie drugoplanowe.

Z metodycznego punktu widzenia najbradziej korzystnym jest przeprowadzenie analizy zużycia poszczególnych strumieni energetycznych w przeliczeniu na jedostkę zbożową [12]. Dane liczbowe charakteryzujące poziom tego wskaźnika w badanym przedsiębiorstwie zamieszczono w tabeli 3. W analizowanym okresie nakłady nośników energii w przeliczeniu na JZ wzrosły z 156,4 do 229,1 megadżula (MJ), to jest o 46,5%. Obserwujemy więc wyraźny ich wzrost. Poziom tych nakładów kształtował się w relacji do poziomu uzyskanej produkcji. Był on najwyższy w roku 1980/1981, w którym produkcja gwałtownie spadła, między innymi na skutek złych warunków atmosferycznych. W tych przypadkach w przedsiębiorstwie następuje zwiększone zużycie paliw i energii, a jednocześnie uzyskuje się gorsze efekty produkcyjne. Najniższe zużycie nośników energii w przeliczeniu na jednostkę produkcji wystąpiło w latach 1975/1976—1977/1978, w których produkcja była najwyższa i przekroczyła poziom 100 JZ na 1 ha UR (tab. 2).

W tabeli 3 zamieszczono także dane dotyczące zużycia nośników energii w przeliczeniu na 1 zatrudnionego. Informacje zawarte w tej tabeli

[9] A. Skrobacki: *Paliwa silnikowe w rolnictwie.* „Mechanizacja Rolnictwa" 1982, 1, s. 10.

[10] Michałek, Kosek: *op. cit.*, 14.

[11] R. Michałek i wsp.: *Analiza energochłonności produkcji rolniczej na przykładzie RSP województwa katowickiego.* „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych" 1985, z. 280, s. 72.

[12] M. H. Fogg: *Wykorzystanie rachunku energochłonności skumulowanej do oceny przedsiębiorstw rolnych.* „Nowe Rolnictwo" 1982, 21—24, s. 16.

Tab. 3. Zużycie nośników energii na jednostkę produkcji i 1 zatrudnionego
The consumption of the carriers of energy per one unit of production and one person employed

Lata gospodarcze	MJ/JZ	GJ/1 zatrudnionego
1971/72	156,4	82,95
1972/73	189,1	98,75
1973/74	177,2	103,74
1974/75	196,7	108,79
1975/76	160,2	119,52
1976/77	162,5	131,38
1977/78	173,9	134,08
1978/79	193,3	159,33
1979/80	199,9	150,63
1980/81	258,1	142,76
1981/82	222,8	138,77
1982/83	235,0	127,44
1983/84	222,1	140,77
1984/85	229,1	143,62

Źródło: obliczenia własne na podstawie udokumentowanych zaszłości gospodarczych.

wskazują, że na przestrzeni 14 lat nakłady te wzrosły o 73%. Należy przypuszczać, że w nadchodzących latach, zarówno w analizowanym przedsiębiorstwie jak i w całym rolnictwie wzrastało będzie zapotrzebowanie na paliwa i energię elektryczną. Wynika to stąd, że intensyfikacja produkcji rolniczej na obecnym etapie sprowadza się głównie do stosowania nowych technologii w oparciu o nowoczesny sprzęt. Powoduje to wzrost energochłonności produkcji rolniczej. Z prognoz opracowanych dla naszego kraju przez Z. Wójcickiego[13] wynika, iż w latach 1979—1990 wskaźnik zużycia nośników energii w przeliczeniu na 1 zatrudnionego wzrośnie z 64 do 197 GJ, to jest 3 krotnie. Tak więc aby uzyskać średnioroczny przyrost produkcji rzędu 2-3% niezbędny dla zaspokojenia potrzeb społeczeństwa[14], przy zmniejszajcych się nakładach robocizny, niezbędny jest dalszy wzrost dostaw paliw i energii elektrycznej dla rolnictwa.

Chcąc skwantyfikować związki zachodzące między zużyciem nośni-

[13] Wójcicki: *Problemy energochłonności...*, s. 51.

[14] Z. Wójcicki: *Stan i prognoza rozwoju użytkowania paliw i energii w rolnictwie*. „Mechanizacja Rolnictwa" 1985, 2—3, s. 7.

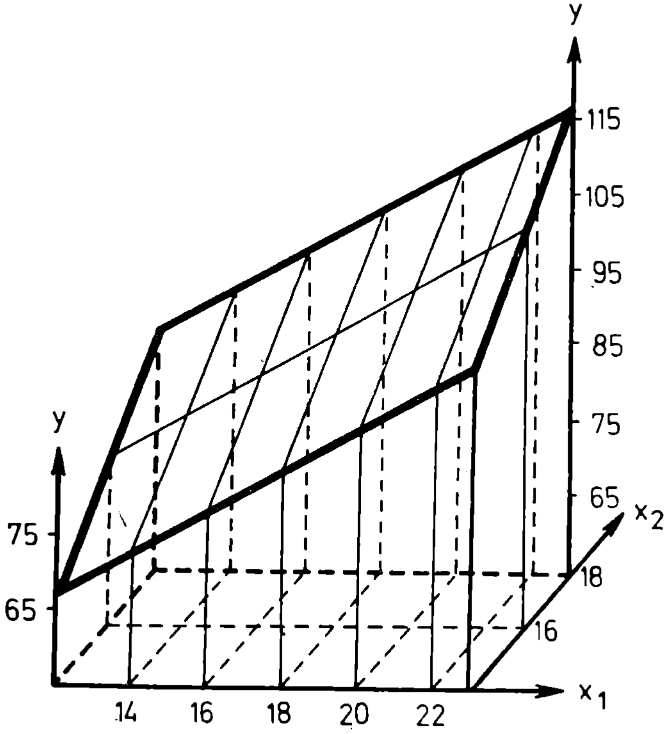
ków energii i zatrudnieniem a produkcją rolniczą w badanym przedsiębiorstwie, posłużono się metodą regresji i korelacji. Wstępna analiza graficzna wykazała, że interesujące nas zależności najlepiej odzwierciedla dwuczynnikowa funkcja liniowa. W rezultacie przeprowadzonych obliczeń uzyskano następującą jej postać:

$$Y = -32{,}029 + 2{,}848x_1 + 4{,}631x_2$$

$$R_{y.12} = 0{,}710$$

Aproksymowany model funkcji estymowano metodą najmniejszych kwadratów. Z podanego współczynnika korelacji wielokrotnej wynika, że obliczona funkcja jest dość dobrze dostosowana do rozkładu współrzędnych badanych cech. Mimo małej liczby obserwacji cząstkowe współczynniki regresji są statystycznie istotne przy prawdopodobieństwie 0,9. Wynika z nich, że średnio w całym okresie wzrost nakładów nośników energii o 1 GJ/ha UR przyczynił się do przyrostu produkcji globalnej o 2,85 JZ/ha, a zwiększenie zatrudnienia o jedną osobę na 100 ha UR związane było z przyrostem tejże produkcji o 4,63 JZ/ha.

Zależności te można przedstawić graficznie (ryc. 1). Na wykresie



Ryc. 1. Przestrzenny wykres funkcji; $Y = -32{,}029+2{,}848x_1+4{,}631x_2$
The spatial diagram of the function; $Y = -32{,}029+2{,}848x_1+4{,}631x_2$

przestrzennym funkcja dwuczynnikowa tworzy figurę geometryczną, której podstawę stanowi powierzchnia czynników, a przeciwległa płaszczyzna charakteryzuje poziom produkcji. Każdej kombinacji czynników na płaszczyźnie odpowiada jeden punkt na płaszczyźnie produktywności ziemi. Wykreślone linie podłużne na tej płaszczyźnie są prostymi regresji cząstkowej produkcji względem nakładów energetycznych, a linie poprzeczne na tej płaszczyźnie stanowią proste regresji cząstkowej względem zatrudnienia. Z przedstawionego wykresu wynika więc, że wraz ze wzrostem zużycia nośników energii i zatrudnienia następował przyrost globalnej produkcji rolniczej.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania wykazały, że w analizowanym przedsiębiorstwie w okresie 14 lat zużycie nośników energii wahało się od 11,15 do 22,99 GJ w przeliczeniu na hektar użytków rolnych, przy czym wystąpił wyraźny jego związek z wielkością produkcji i jej strukturą.

2. W strukturze zużycia nośników energii największy udział miały paliwa płynne (60,8%), a następnie energia elektryczna (28,3%) i paliwa stałe (10,9%).

3. Analiza wykazała, iż występuje systematyczny wzrost zużycia nośników energii w przeliczeniu na jednostkę zbożową i 1 zatrudnionego. Wzrost ten w odniesieniu do pierwszego wskaźnika wyniósł 46,5%, a drugiego 73%.

4. W analizowanym okresie zarówno nakłady nośników energii jak i zatrudnienie wykazały dodatni wpływ na wielkość globalnej produkcji rolniczej. Średni przyrost tej produkcji wyniósł 2,85 JZ/GJ i 4,63 JZ/osobę.

5. Globalna produkcja rolnicza wykazała ściślejszy związek z nakładami nośników energii niż z zatrudnieniem, spostrzeżenie to wskazuje na dalsze kierunki badań a szczególnie na konieczność zajęcia się zagadnieniem substytucji w obrębie poszczególnych strumieni energii zużywanej w procesie produkcji. Celowe są również dalsze badania idące w kierunku oceny poziomu energochłonności produkcji roślinnej i zwierzęcej.

РЕЗЮМЕ

Настоящая работа посвящена энергетическим затратам, произведенным сельскохозяйственными предприятиями на изготовление продукта. Исследования были проведены на семенной станции „Ульхувек" (Замосцьское воеводство) в период 1971/72—1984/85 хозяйственных гг.

Анализ показал, что потребление энергоносителей в этот период колебалось от 11,69 до 23,25 ГДж в пересчете на 1 га сельскохозяйственных угодий, причем в отдельные годы наблюдалась отчетливая связь между величиной продукции и ее структурой и уровнем потребления их. В структуре потребления энергоносителей большую часть занимали жидкие топлива (60,8%), затем электроэнергия (28,3%) и твердые топлива (10,9%).

Из проведенных исследований следует, что паложительно влияли на величину валовой сельскохозяйственной продукции как затраты всех энергоносителей, так и занятость. Средний прирост этой продукции составлял 2,85 ЗЕ/Гдж, 4,63 ЗЕ/чел. (ЗЕ — зерновая единица).

SUMMARY

The work concerns energetic expenditures incurred for production in an agricultural establishment. The investigations were conducted at the Station of Plant Cultivation at Ulhówek (Zamość region) in the economic years 1971/72—1984/85.

The analysis proved that the consumption of the carriers of energy in the investigated period ranged from 11,69 to 23,25 GJ per one hectare of arable lands, and simultaneously a clear connection between the size of the production and its structure, and the level of the consumption of the carriers 28,3 took place. Liquid fuels (60,8%) and next electric energy (27,2%) and solid fuels (10,9%) had the greatest proportion in the structure of the consumption of the carriers of energy. It follows from the investigations carried out that both the expenditure of the carriers of energy, and employment had a positive influence upon the size of the global agricultural production. The average rise of this production was 2,85JZ/GJ and 4,63 JZ/a person.